

JC20 Rec'd PCT/PTO 13 MAY 2005

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Joost Freek Cees-Jan Martijn REIJERSE et al.

Serial No.: To be assigned (National Phase of PCT/NL2003/000799 filed November 13, 2003)

Filed: May 13, 2005

For: METHOD FOR FORMING A SEPARATOR PLATE FOR A FUEL CELL, AND  
SEPARATOR PLATE**CLAIM FOR PRIORITY**Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Netherlands Appln. No.1021932, Filed November 15, 2002.

The certified copy was submitted during the International Phase of prosecution.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Date: May 13, 2005APV/pgw  
ATTORNEY DOCKET NO. APV31865

Respectfully submitted,

By: Anthony P. VenturinoAnthony P. Venturino  
Registration No. 31,674STEVENS, DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.  
1615 L Street, N.W., Suite 850  
Washington, D.C. 20036  
Tel: 202-785-0100 / Fax. 202-785-0200

13 MAY 2003

FCI/1

10/534691

03/00/99

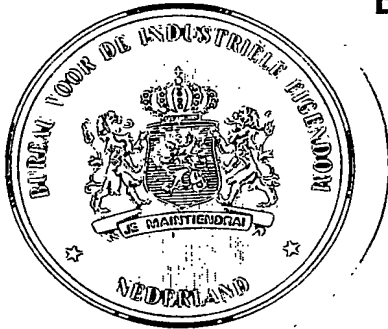
NL 03 (0799

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



REC'D 11 DEC 2003

WIPO

PCT

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 15 november 2002 onder nummer 1021932,  
ten name van:

**CORUS TECHNOLOGY B.V.**

te IJmuiden

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het vormen van een separator plaat voor een fuel cell, en separator plaat",  
en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 28 november 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. I.W. Scheevelenbos-de Reus

## UITTREKSEL

---

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vormen van een separator plaat voor een fuel cell, welke separator plaat een aantal uitstekende gedeelten bezit. Volgens de uitvinding worden de uitstekende gedeelten in de separator plaat gevormd door een metalen plaat met behulp van een fluïdum onder druk tegen een matrijs met een aantal uitgespaarde gedeelten te persen of door de matrijs tegen de metalen plaat ondersteund door fluïdum onder druk te persen, waarbij de uitgespaarde gedeelten in de matrijs corresponderen met de te vormen uitstekende gedeelten van de metalen plaat, om de separator plaat met de uitstekende gedeelten te verkrijgen.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een separator plaat vervaardigd volgens de werkwijze.

## WERKWIJZE VOOR HET VORMEN VAN EEN SEPARATOR PLAAT VOOR EEN FUEL CELL, EN SEPARATOR PLAAT

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vormen van een separator plaat voor een fuel cell, welke separator plaat een aantal uitstekende gedeelten bezit. De uitvinding heeft tevens betrekking op een separator plaat.

Separator platen worden gebruikt in een fuel cell of brandstofcel. Een voorbeeld van een fuel cell is een PEM fuel cell, die wordt gebruikt om waterstof en zuurstof te laten reageren om elektriciteit op te wekken, waarbij als afvalproduct alleen water ontstaat. PEM fuel cellen zijn daardoor zeer omgevingsvriendelijk. Een PEM fuel cell bestaat uit een aantal membranen (polymer electrolyte membranes) die aan beide zijden voorzien zijn van een katalysator, waardoor het waterstof met het zuurstof kan reageren. Ieder cel kan slechts een spanning van ongeveer 0.7 volt opwekken, zodat een groot aantal cellen nodig is om bijvoorbeeld een auto aan te drijven. Tussen iedere twee membranen moet ten minste één separator plaat aanwezig zijn, onder andere om het waterstof gescheiden te houden van het zuurstof en om aan- en afvoerkanalen voor het waterstof, het zuurstof en het water te verschaffen. In een fuel cell zullen derhalve ten minste evenveel separator platen aanwezig zijn als er membranen aanwezig zijn.

Aan de separator platen worden hoge eisen gesteld. Zij moeten corrosiebestendig zijn gezien het reactieproduct water dat gevormd wordt, maar moeten ook bestand zijn tegen waterstof. Gezien het grote aantal separator platen dat nodig is moeten de separator platen dun en licht zijn, zodat een fuel cell niet te groot en te zwaar wordt, terwijl de separator platen ook goedkoop vervaardigd moeten kunnen worden om fuel cellen economisch aantrekkelijk te maken.

In eerste instantie werden separator platen uit massief koolstof platen vervaardigd, waarin sleuven door bijvoorbeeld frezen aangebracht werden. Tegenwoordig worden separator platen voor fuel cellen ook wel uit metaal vervaardigd, bijvoorbeeld uit roestvast staal, waarin groeven geperst worden om de uitstekende gedeelten te verkrijgen, bijvoorbeeld door diepdrukken of persen.

Het is een doel van de uitvinding een werkwijze te verschaffen om separator platen op een goedkope manier te vervaardigen.

Het is een ander doel van de uitvinding een werkwijze te verschaffen waarmee separator platen op eenvoudige wijze te vervaardigen zijn.

Het is weer een ander doel van de uitvinding een werkwijze te verschaffen waarmee verbeterde separator platen te vervaardigen zijn.

5        Het is daarnaast een doel van de uitvinding separator platen te verschaffen die goedkoper zijn dan met bekende technieken vervaardigde separator platen.

Het is tevens een doel van de uitvinding verbeterde separator platen te verschaffen.

10       Volgens een eerste aspect van de uitvinding is voorzien in een werkwijze voor het vormen van een separator plaat voor een fuel cell, welke separator plaat een aantal uitstekende gedeelten bezit, waarbij de uitstekende gedeelten in de separator plaat gevormd worden door een metalen plaat met behulp van een fluïdum onder druk tegen een matrijs met een aantal uitgespaarde gedeelten te persen of door de matrijs tegen de metalen plaat ondersteund door fluïdum onder druk te persen,  
15       waarbij de uitgespaarde gedeelten in de matrijs corresponderen met de te vormen uitstekende gedeelten van de metalen plaat, om de separator plaat met de uitstekende gedeelten te verkrijgen.

Door met behulp van deze werkwijze, ook wel aangeduid met de term hydrovormen, separator platen te vormen worden een aantal voordelen verkregen  
20       boven het gebruikelijke dieptrekken of persen. Hydrovormen verschaft een relatief uniforme materiaalverlenging in de metalen plaat, waardoor de uitstekende gedeelten van de separator plaat een relatief grote diepte kunnen bezitten. Een mechanische vervorming van de metalen plaat is hierbij niet nodig. Het oppervlak van de metalen plaat wordt door het contact met het fluïdum niet beschadigd, terwijl dat gevaar wel  
25       bestaat bij mechanische vervorming. Als fluïdum wordt gewoonlijk water, olie of een water/olie mengsel gekozen. Maar het is ook mogelijk voor het fluïdum een polymeer, een lak, een elektrolyt, een glas of een zout te kiezen. Hiermee is het mogelijk het fluïdum tevens te gebruiken als coating of als voorbehandeling voor het coaten.

30       Bij voorkeur wordt de druk van het fluïdum zodanig hoog gekozen dat de metalen plaat over zijn gehele oppervlak tegen de matrijs geperst wordt. Hierdoor

kan de vormgeving van de separator plaat aan de metalen plaat opgelegd worden. Bij mechanisch vervormen zal altijd terugvering optreden.

Bij voorkeur wordt voor de druk van het fluïdum een calibratiedruk gekozen. Onder een calibratiedruk wordt hier verstaan een druk waarbij de metalen plaat zo  
5 hoog belast wordt dat de restspanningen grotendeels verdwijnen, waardoor de separator plaat nauwkeurig de vorm van de uitsparingen in de matrijs met de uitsparingen daarin verkrijgt.

Volgens een voorkeursuitvoering wordt de druk van het fluïdum tussen 250 en 6000 bar (25 en 600 MPa) gekozen. De gekozen druk zal natuurlijk afhangen van de  
10 dikte van de metalen plaat en van de vormgeving van de uitstekende gedeelten in de metalen plaat, in het bijzonder van de diepte van de uitstekende gedeelten ten opzichte van hun breedte en van de afrondingen die gevormd moeten worden. Daarnaast zal de gekozen druk afhangen van het soort materiaal dat vervormd moet worden; sommige materialen kunnen vervormd worden bij een druk tussen 500 en  
15 1000 bar (50 en 100 MPa), terwijl voor andere materialen een druk van ten minste 1000 bar (100MPa) en bij voorkeur ten minste 1500 bar (150 MPa) of zelfs ten minste 2000 bar (200 MPa) gewenst is.

Volgens een uitvoeringsvorm van de werkwijze wordt de metalen plaat eerst tegen de matrijs geplaatst en wordt de metalen plaat vervolgens door het fluïdum  
20 onder druk tegen de matrijs geperst. Dit is een eenvoudige uitvoering van de werkwijze, waarbij de metalen plaat op rol kan worden aangevoerd waardoor de separator platen in een continu proces vervaardigd kunnen worden.

Volgens een andere uitvoeringsvorm van de werkwijze wordt de metalen plaat eerst door het fluïdum onder een voordruk gebracht en wordt de matrijs vervolgens  
25 tegen de metalen plaat geperst en het fluïdum onder druk gebracht. Door de metalen plaat eerst onder een voordruk te brengen wordt de metalen plaat eerst voorgerek, waardoor een grotere lengte van de plaat verkregen wordt, en pas daarna in contact gebracht met de matrijs, waardoor een gelijkmatiger rek in de separator plaat verkregen wordt en de vorm van de matrijs beter gevolgd kan worden.

30 Volgens een voordelige uitvoering wordt tussen de metalen plaat en het fluïdum een membraan geplaatst, bij voorkeur een membraan voorzien van een coating om de metalen plaat tegelijkertijd te coaten. Door het membraan wordt

verontreiniging van de separator plaat voorkomen. Het tegelijkertijd aanbrengen van een coating is voordelig voor die gevallen waarin een coating op de separator plaat gewenst is. De coating kan bestaan uit een metallische, organische of anorganische coating, of uit een combinatie daarvan.

5 Bij voorkeur wordt als metalen plaat een plaat uit een goed vervormbaar metaal gekozen, zoals laag koolstof staal, ultra laag koolstof staal, aluminium, roestvast staal of titanium. Deze metalen zijn goed te vervormen en bruikbaar als metaal voor separator platen.

10 Hierbij bezit het metaal bij voorkeur een vervormbaarheid overeenkomstig een uniforme rek bij breuk van ten minste 20%, volgens de ASTM E6 norm voor trekproeven voor plaat. Met deze vervormbaarheid is het mogelijk met behulp van hydrovormen de gewenste vormgeving van separator platen te verkrijgen, bijvoorbeeld een diepte ten opzichte van de breedte van de uitstekende gedeelten die groter is dan met behulp van mechanische vervorming mogelijk is.

15 Volgens een voorkeursuitvoering van de werkwijze bezit de plaat een kamertemperatuur tijdens het persen. Hierdoor is de werkwijze uit te voeren zonder dat speciale maatregelen nodig zijn op de metalen plaat tijdens het uitvoeren van de werkwijze te verwarmen.

20 Volgens een andere voorkeursuitvoering bezit de plaat een verhoogde temperatuur tijdens het persen, bij voorkeur 500 – 1000 °C voor koolstof staal, 100 – 550 °C voor aluminium en 600 – 1300 °C voor roestvast staal. Weliswaar wordt het uitvoeren van de werkwijze hiermee minder eenvoudig omdat de plaat en dus ook de matrijs en het fluïdum tijdens het uitvoeren van de werkwijze verwarmd moeten worden, maar de metalen plaat is door het verwarmen beter vervormbaar waardoor  
25 de diepte van de uitsparingen ten opzichte van hun breedte groter gemaakt kan worden. De beste resultaten worden behaald met de voorkeurswaarden voor de temperatuur.

30 Bij voorkeur wordt de dikte van de metalen plaat voorafgaand aan het vervormen gekozen tussen 0,05 en 0,40 mm, bij meer voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm. Met deze dikte van de metalen plaat is het hydrovormen goed mogelijk, terwijl de diepte van de uitstekende gedeelten van de separator platen voldoende diep

gemaakt kan worden. Een dikte tussen 0,05 en 0,20 mm verdient de voorkeur om de separator platen dunner en lichter te maken.

Volgens een voorkeursuitvoering van de werkwijze wordt tegelijk met het persen van de uitstekende gedeelten in de metalen plaat, de metalen plaat in een  
5 gewenste vorm en grootte uitgesneden. Dit is vooral praktisch wanneer de metalen platen als bandmateriaal aangevoerd worden, omdat op deze wijze tegelijkertijd de separator platen in de gewenste grootte uitgesneden worden.

Volgens een tweede aspect van de uitvinding is voorzien in een separator plaat met een aantal uitstekende gedeelten, vervaardigd met behulp van de werkwijze  
10 volgens het eerste aspect van de uitvinding, waarbij de separator plaat gevormd is uit een goed vervormbare metalen plaat, zoals een plaat uit laag koolstof staal, ultra laag koolstof staal, aluminium, roestvast staal of titanium.

De volgens de boven omschreven werkwijze vervaardigde separator plaat is vooral bruikbaar wanneer de metalen plaat waaruit deze vervaardigd wordt goed  
15 vervormbaar is, omdat dan een grotere diepte ten opzichte van de breedte van de uitstekende gedeelten haalbaar is dan mogelijk is met mechanische vervormingsmethoden.

Bij voorkeur bezit het metaal een vervormbaarheid overeenkomstig een uniforme rek bij breuk van ten minste 20%, volgens de ASTM E6 norm voor  
20 trekproeven voor plaat. Hiermee bezit de metalen plaat een vervormbaarheid die in ieder geval voldoende is om met behulp van hydrovormen de gewenste diepte ten opzichte van de breedte van de uitstekende gedeelten te verkrijgen.

Volgens een voorkeursuitvoering bedraagt de dikte van de separator plaat tussen 0,05 en 0,40 mm, en bij voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm, bij de  
25 onvervormde gedeelten van de plaat. De separator platen met deze dikten zijn goed te vormen met behulp van hydrovormen en voldoen aan de eisen gesteld aan het gebruik van separator platen in een fuel cell.

Bij voorkeur is de afrondingsstraal van de overgangen in de plaat ten minste gelijk aan de dikte van de onvervormde gedeelten van de plaat. Indien de  
30 afrondingsstraal kleiner gekozen zou worden zou een veel hogere druk van het fluïdum nodig zijn om de plaat in een hoek met een dergelijke afrondingsstraal te drukken.



Volgens een voorkeursuitvoering bezitten de uitstekende gedeelten een repeterend patroon met een steek  $w$  en een diepte  $d$ , waarbij  $0,03 < d/w < 1,2$ , bij voorkeur  $0,1 < d/w < 0,5$  en bij meer voorkeur  $0,2 < d/w < 0,5$  wanneer de plaat vervormd is bij kamertemperatuur, en waarbij  $0,03 < d/w < 2,4$ , bij voorkeur  $0,2 < d/w < 1,0$  en bij meer voorkeur  $0,4 < d/w < 1,0$  wanneer de plaat bij hoge temperatuur vervormd is. Een dergelijke verhouding tussen de diepte en de steek van de repeterende uitstekende gedeelten is goed mogelijk wanneer de separator platen met behulp van hydrovormen vervaardigd zijn, terwijl in het bijzonder de voorkeurswaarden niet goed mogelijk zijn met behulp van mechanische vervormingsmethoden.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een separator plaat met een aantal uitstekende gedeelten, waarbij de uitstekende gedeelten omgeven zijn door een in hoofdzaak vlak gedeelte van de separator plaat, waarbij de uitstekende gedeelten een in hoofdzaak repeterend patroon bezitten met een steek  $w$  en een diepte  $d$ , waarbij  $0,25 < d/w < 2,4$ . Het omgevende gedeelte kan bijvoorbeeld vlak zijn op een toevoerkanaal en een afvoerkanaal na, waardoor waterstof, zuurstof en water aan- en afgevoerd kunnen worden. De verhouding tussen de steek  $w$  en de diepte  $d$  is zodanig dat deze niet met de gebruikelijke mechanische vervaardigingswijzen te maken is. Bij voorkeur is de dikte van de plaat hierbij tussen 0,05 en 0,40 mm, bij meer voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm, bij de onvervormde gedeelten van de plaat.

De uitvinding zal worden toegelicht aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld, onder verwijzing naar de bijgevoegde tekening.

Fig. 1 toont op schematische wijze een eerste inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding.

Fig. 2 toont op schematische wijze een tweede inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding.

Fig. 3 toont op schematische wijze een patroon voor uitstekende gedeelten in een separator plaat, vervaardigd volgens de uitvinding.

Fig. 4 toont een doorsnede door de separatorplaat volgens Fig. 3, niet op schaal.

Fig. 1 toont een inrichting voor het hydrovormen van een metalen plaat 1 tot een separator plaat. De metalen plaat 1 is geplaatst tussen een bovenste matrijs 2, die

is voorzien van uitgespaarde gedeelten 4 in een ondervlak 3 waarmee de matrijs 2 tegen de plaat 1 gedrukt wordt door middel van een kracht F, en een onderste matrijs 5 die is voorzien van een uitsparing 7 in zijn middengedeelte voor fluïdum, dat onder een druk P toegevoerd kan worden door een leiding 6 die loopt door de onderste matrijs 5. De bovenste matrijs wordt met een zodanige kracht F tegen de plaat 1 gedrukt dat geen fluïdum uit de inrichting kan lekken; eventueel zijn hiervoor separate, niet weergegeven afdichtingen voorzien. De kracht F moet tegelijkertijd hoog genoeg zijn om de door de druk P in het fluïdum in de uitsparing 7 opgewekte kracht op de metalen plaat 1 te weerstaan. De druk P wordt zodanig hoog gekozen dat de plaat 1 vervormd en tegen de wanden van de uitsparingen 4 in de bovenste matrijs 2 komt te liggen. De hoogte van de druk P hangt af van de dikte van de plaat 1 en de vormgeving van de uitsparingen 4, en van het gekozen materiaal. Bij voorkeur is de druk zo hoog dat er geen of slechts een verwaarloosbare terugvering van de vervormde gedeelten in de separator plaat plaatsvindt na het wegnemen van de druk P. Gewoonlijk wordt voor het fluïdum water, olie of een water/olie mengsel gebruikt.

Fig. 2 toont een andere inrichting voor het hydrovormen van een metalen plaat 1 tot een separator plaat. Deze inrichting is grotendeels gelijk aan de inrichting van Fig. 1, maar de bovenste matrijs 2 is beweegbaar tussen een klemmatrijs 9. Deze klemmatrijs 9 wordt met een zodanige kracht F1 tegen de plaat 1 gedrukt dat geen fluïdum uit de inrichting kan lekken, terwijl de bovenste matrijs 2 nog niet tegen de plaat 1 gedrukt wordt. Dit maakt het mogelijk de plaat 1 met behulp van fluïdum in de uitsparing 7 van de onderste matrijs 5 onder een voordruk te brengen, waardoor de plaat 1 voorgerekte wordt en bol zal komen te staan, waardoor een grotere lengte van de plaat verkregen wordt, zodat de plaat de vorm van de matrijs beter kan volgen. Vervolgens wordt de bovenste matrijs 2 naar beneden bewogen en wordt de uiteindelijke druk P aangebracht, waardoor de plaat 1 vervormd wordt en tegen de wanden van de uitsparingen 4 van de bovenste matrijs 2 komt te liggen. Door het voorrekken van de plaat 1 wordt een gelijkmatiger rek in de metalen plaat verkregen.

Voor de metalen plaat wordt vaak een roestvast stalen plaat gekozen, waarbij de typen 304, 316, en 904 volgens ASTM norm geschikt zijn vanwege hun goede vervormbaarheid. Het is ook mogelijk laag koolstof staal of ultra laag koolstof staal

te kiezen, waarbij de hoeveelheid koolstof kleiner dan 0,3 gewichtsprocent moet zijn, bij voorkeur kleiner dan 0,15 gewichtsprocent, en bij meer voorkeur kleiner dan 0,05 gewichtsprocent. De hoeveelheid mangaan moet kleiner zijn dan 1,5 gewichtsprocent en de hoeveelheid silicium kleiner dan 0,5 gewichtsprocent. Hiermee is een goed  
5 vervormbaar koolstof staal gegeven. Ook aluminium plaat kan gekozen worden, bijvoorbeeld aluminium uit de AA1000 serie zoals AA1050, uit de AA3000 serie zoals 3003 of 3105, uit de AA5000 serie zoals 5018, 5052, 5182, 5186 of 5754, of uit de AA6000 serie, zoals 6016. Daarnaast is het mogelijk de separator platen uit titanium te vervaardigen.

10 De druk P voor het op de gewenste wijze vervormen van de plaat zal bij gebruik van de werkwijze in de beide bovenomschreven inrichtingen hoog moeten zijn, tussen 250 en 6000 bar (25 en 600 MPa). Voor zachtere materialen, zoals aluminium, is een druk tussen 500 en 1000 bar (50 en 100 MPa) gewoonlijk voldoende. Voor hardere metalen is een druk van ten minste 1000 bar (100 MPa)  
15 nodig, en bij voorkeur een druk van ten minste 1500 bar (150 MPa) of zelfs 2000 bar (200 MPa). Uiteraard is de benodigde druk ook afhankelijk van de dikte van de separator plaat en van de gecompliceerdheid van de doorsnede van de separator plaat.

Het is mogelijk een membraan tussen de metalen plaat 1 en de onderste matrijs  
20 5 te plaatsen (niet weergegeven) om verontreiniging van de separator plaat te voorkomen. Het membraan kan voorzien zijn van een coating om de metalen plaat tegelijkertijd te coaten. Anderzijds is het ook mogelijk om voor het fluïdum een lak, een polymeer, een elektrolyt, glas of een zout te kiezen. Hiermee wordt met behulp van de werkwijze gelijktijdig met de vervorming van de metalen plaat een coating of  
25 de voorbehandeling voor een coating op de separator plaat verkregen.

Fig. 3 toont een uitvoering van een mogelijk patroon voor de uitstekende gedeelten in een separator plaat. Dit patroon is serpentine-vormig, waardoor evenwijdig lopende uitstekende gedeelten ontstaan. Fig. 4 toont een dwarsdoorsnede door het patroon van Fig. 3.

30 Het zich repeterende patroon van de uitstekende gedeelten bezit een steek w. De in Fig. 4 naar beneden uitstekende gedeelten bezitten een diepte d en een gemiddelde breedte a. Het tussen de uitstekende gedeelte liggen gedeelte bezit een

breedte  $b$ , zodat  $a + b = w$ . Het niet-vervormde deel tussen de uitstekende gedeelten bezit een breedte  $e$ , en de verdiepte gedeelten bezitten een vlak deel met breedte  $f$ . De afrondingen die aansluiten op de niet-vervormde deel bezitten een afrondingsstraal  $R3$ , en de afrondingen die aansluiten op het vlakke deel van de uitstekende gedeelten bezitten een afrondingsstraal  $R4$ . Het gehele serpentine-vormige patroon bezit aan de uiteinden van de evenwijdige uitstekende gedeelten half-cirkelvormige overgangen met een interne afrondingsstraal  $R1$  en een uitwendige afrondingsstraal  $R2$ , waarbij geldt dat  $R1 = R2 + a$ .

In de meeste gevallen zal het gewenst zijn dat de separator plaat aan beide zijden symmetrische is, dus dat  $a = b$  en  $e = f$  en  $R3 = R4$ . In een concreet geval waarin de plaatdikte  $0,1$  mm is en het materiaal 316 roestvast staal is, is bijvoorbeeld gekozen dat  $a = b = 1$  mm en dus  $w = 2$  mm,  $e = f = 0,75$  mm,  $R3 = R4 = 0,1$  mm,  $d = 0,25$  mm,  $R2 = 0,5$  mm en  $R1 = 1,5$  mm. De lengte van de evenwijdige uitstekende gedeelten is ongeveer  $250$  mm.

Het zal duidelijk zijn dat ook andere plaatdikten gekozen kunnen worden, waarbij de voorkeur uitgaat naar dikten tussen  $0,05$  en  $0,4$  mm. Ook kunnen andere materialen gekozen worden, bijvoorbeeld (ultra) laag koolstof staal, aluminium of titanium. Voor de parameters  $a$ ,  $b$ ,  $w$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$  en  $R4$  in Fig. 3 en Fig. 4 kunnen eveneens andere waarden gekozen worden. Ook kan een ander patroon gekozen worden, of een andere doorsnede van de separator plaat, bijvoorbeeld een min of meer sinusvormige doorsnede of een doorsnede van de uitstekende gedeelten die min of meer halfcirkelvormig is.

## CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het vormen van een separator plaat voor een fuel cell, welke  
5 separator plaat een aantal uitstekende gedeelten bezit, met het kenmerk, dat de uitstekende gedeelten in de separator plaat gevormd worden door een metalen plaat met behulp van een fluïdum onder druk tegen een matrijs met een aantal uitgespaarde gedeelten te persen of door de matrijs tegen de metalen plaat ondersteund door fluïdum onder druk te persen, waarbij de uitgespaarde  
10 gedeelten in de matrijs corresponderen met de te vormen uitstekende gedeelten van de metalen plaat, om de separator plaat met de uitstekende gedeelten te verkrijgen.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de druk van het fluïdum zodanig hoog  
15 gekozen wordt dat de metalen plaat over zijn gehele oppervlak tegen de matrijs geperst wordt.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij voor de druk van het fluïdum een  
20 calibratiedruk gekozen wordt.
4. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de druk van het  
fluïdum tussen 250 en 6000 bar (25 en 600 MPa) gekozen wordt, bij voorkeur  
een druk tussen 500 en 1000 bar (50 en 100 MPa), of een druk tussen 1000 en  
6000 bar (100 en 600 MPa) en bij meer voorkeur tussen 1500 en 6000 bar (150  
25 en 600 MPa) en bij nog meer voorkeur tussen 2000 en 6000 bar (200 en 600 MPa).
5. Werkwijze volgens een der conclusies 1 - 4, waarbij de metalen plaat eerst  
tegen de matrijs geplaatst wordt en de metalen plaat vervolgens door het  
30 fluïdum onder druk tegen de matrijs geperst wordt.

6. Werkwijze volgens een der conclusies 1 – 4, waarbij de metalen plaat eerst door het fluïdum onder een voordruk gebracht wordt en de matrijs vervolgens tegen de metalen plaat geperst wordt en het fluïdum onder druk gebracht wordt.
- 5
7. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij tussen de metalen plaat en het fluïdum een membraan geplaatst wordt, bij voorkeur een membraan voorzien van een coating om de metalen plaat tegelijkertijd te coaten.
- 10
8. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij als metalen plaat een plaat uit een goed vervormbaar metaal gekozen wordt, zoals laag koolstof staal, ultra laag koolstof staal, aluminium, roestvast staal of titanium.
- 15
9. Werkwijze volgens conclusie 8, waarbij het metaal een vervormbaarheid bezit overeenkomstig een uniforme rek bij breuk van ten minste 20%.
10. Werkwijze volgens een der conclusies 1 - 9, waarbij de plaat een kamertemperatuur bezit tijdens het persen.
- 20
11. Werkwijze volgens een der conclusies 1 – 9, waarbij de plaat een verhoogde temperatuur bezit tijdens het persen, bij voorkeur 500 – 1000 °C voor koolstof staal, 100 – 550 °C voor aluminium en 600 – 1300 °C voor roestvast staal.
- 25
12. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij de dikte van de metalen plaat voorafgaand aan het vervormen gekozen wordt tussen 0,05 en 0,40 mm, bij voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm.
- 30
13. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, waarbij tegelijk met het persen van de uitstekende gedeelten in de metalen plaat, de metalen plaat in een gewenste vorm en grootte uitgesneden wordt.

14. Separator plaat met een aantal uitstekende gedeelten, vervaardigd volgens de werkwijze van een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de separator plaat uit een goed vervormbare metalen plaat gevormd is, zoals een plaat uit laag koolstof staal, ultra laag koolstof staal, aluminium, roestvast staal of titanium.
15. Separator plaat volgens conclusie 14, waarbij het metaal een vervormbaarheid bezit overeenkomstig een uniforme rek bij breuk van ten minste 20%.
16. Separator plaat volgens conclusie 14 of 15, waarbij de dikte van de separator plaat tussen 0,05 en 0,40 mm, bij voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm, bedraagt bij de onvervormde gedeelten van de plaat.
17. Separator plaat volgens een der conclusies 14 - 16, waarbij de afrondingsstraal van de overgangen in de plaat ten minste gelijk is aan de dikte van de onvervormde gedeelten van de plaat.
18. Separator plaat volgens een der conclusies 14 - 17, waarbij de uitstekende gedeelten een repeterend patroon bezitten met een steek  $w$  en een diepte  $d$ , waarbij  $0,03 < d/w < 1,2$ , bij voorkeur  $0,1 < d/w < 0,5$  en bij meer voorkeur  $0,2 < d/w < 0,5$  wanneer de plaat vervormd is bij kamertemperatuur, en waarbij  $0,03 < d/w < 2,4$ , bij voorkeur  $0,2 < d/w < 1,0$  en bij meer voorkeur  $0,4 < d/w < 1,0$  wanneer de plaat bij hoge temperatuur vervormd is.
19. Separator plaat met een aantal uitstekende gedeelten, waarbij de uitstekende gedeelten omgeven zijn door een in hoofdzaak vlak gedeelte van de separator plaat, waarbij de uitstekende gedeelten een in hoofdzaak repeterend patroon bezitten met een steek  $w$  en een diepte  $d$ , waarbij  $0,25 < d/w < 2,4$ .
20. Separator plaat volgens conclusie 19, waarbij de dikte van de separator plaat tussen 0,05 en 0,40 mm, bij voorkeur tussen 0,05 en 0,20 mm, bedraagt bij de onvervormde gedeelten van de plaat.

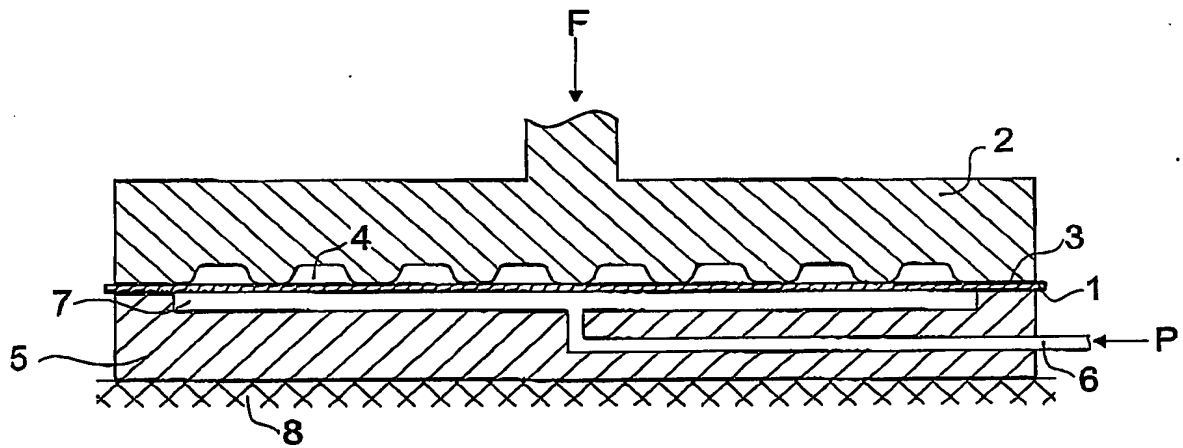


Fig. 1

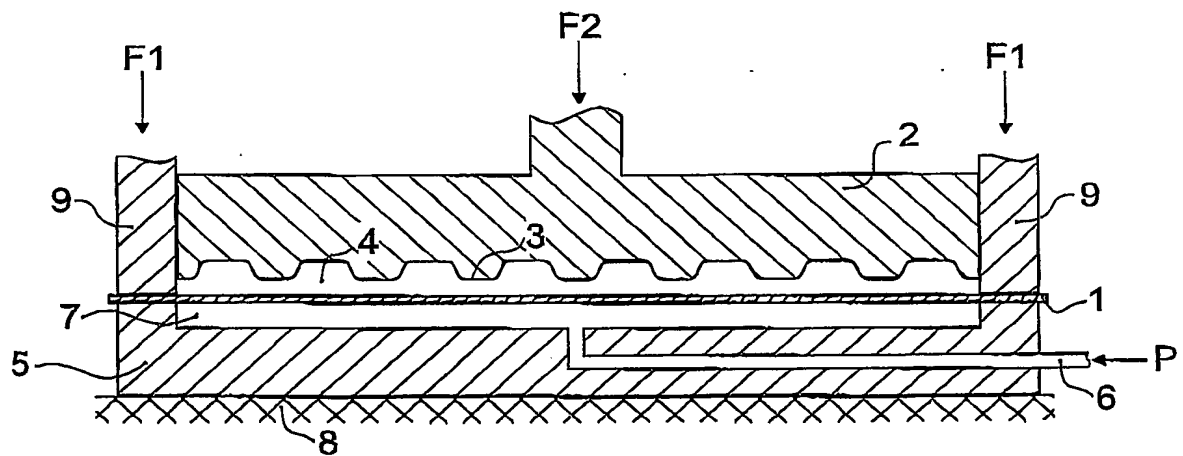


Fig. 2



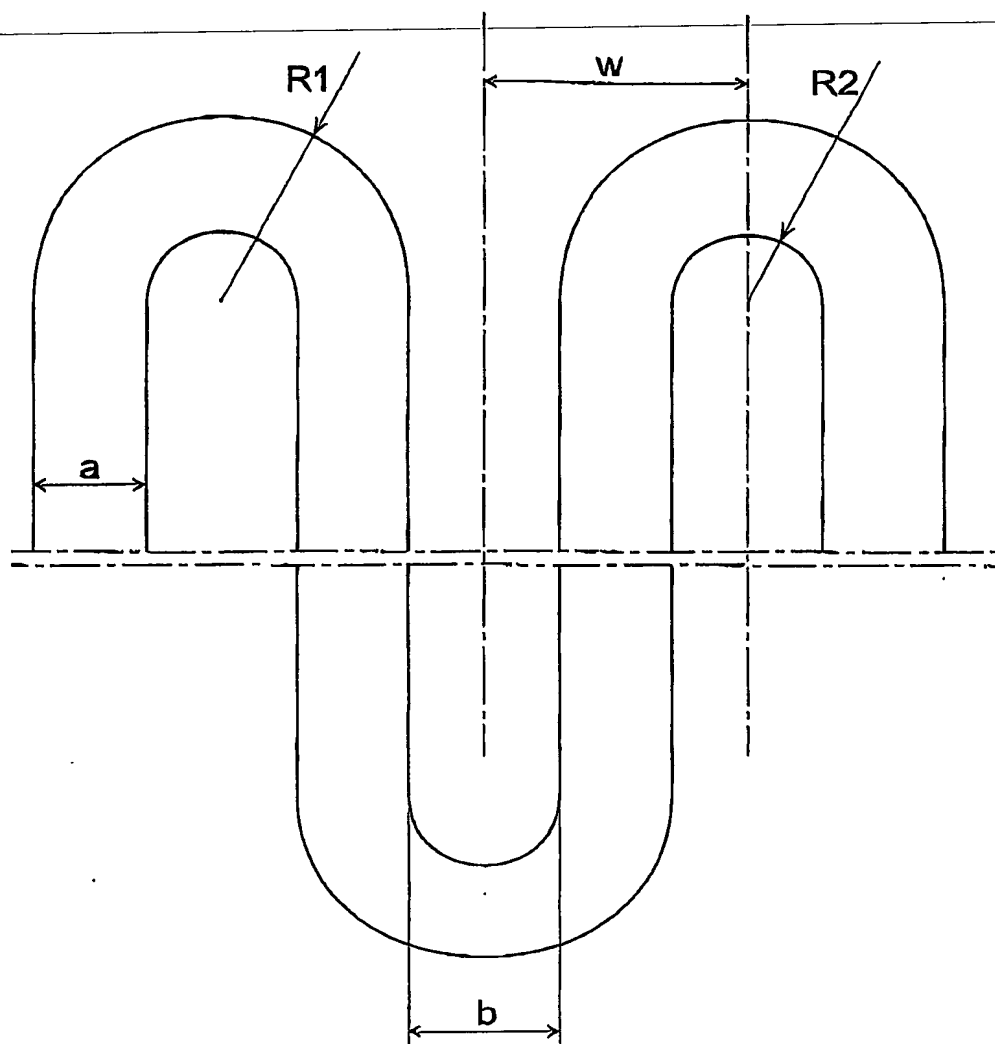


Fig. 3

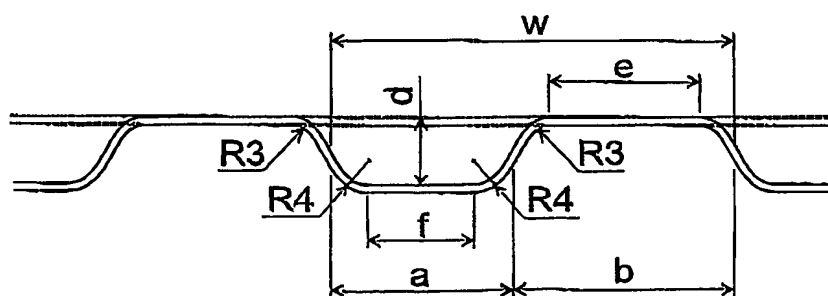


Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY